



LUGLIO 2024

## **GREEN FROGS VECCHIENNA S.R.L.**

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO IN AREA IDONEA  
COLLEGATO ALLA RTN**

**DI POTENZA NOMINALE PARI A 34,00 MWp**

**DENOMINATO "VECCHIENNA" SITO NEL**

**COMUNE DI CASTELNUOVO VAL DI CECINA (PI)**

**Montana**

ISTANZA DI VIA – art.23, Titolo III - D.Lgs. 152/2006  
e s.m.i.

**ELABORATO R15**

**CALCOLO PRODUCIBILITÀ**

**Progettista**

Corrado Pluchino / Ord. Ing. Milano A27174

**Coordinamento**

Stefano Adami

**Codice elaborato**

*3162\_6245\_VE\_VIA\_R15\_R00\_Calcolo Producibilità*

**Montana S.p.A.**

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90  
Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156  
Cap. Soc. 600.000,00 €  
[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)



## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
3162_6245_VE_VIA_R15_R00_Calcolo Producibilità	07/2024	Prima emissione	<i>G.d.L.</i>	<i>S.Adami</i>	<i>C.Pluchino</i>

**Visto**

*Il Direttore Tecnico*  
Alberto Angeloni

## Gruppo di lavoro per l'elaborato

Nome e cognome	Ruolo/Temi trattati	Ordine professionale
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. Milano n. A27174
Stefano Adami	Ing. - Coordinamento G.d.L.	Ord. Ing. Prov. Milano A23812
Michele Dessì	Ingegnere Elettrico – Progettazione elettrica	Ord. Ing. Prov. Cagliari A9040
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione elettrica	
Fabio Loviselli	Ingegnere Elettrico – Progettazione elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in discipline elettriche	

### Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90  
Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156  
Cap. Soc. 600.000,00 €  
[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)



**INDICE**

1. PREMESSA .....	4
1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO .....	4
2. DATI CLIMATICI .....	6
3. RISULTATI .....	7

## 1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un **“Impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a 34,00 MWp denominato Vecchienna”**. Il progetto prevede lo sviluppo, da parte della società Green Frogs Vecchienna S.r.l., di un impianto agrivoltaico, da realizzarsi in area idonea, ubicato nel Comune di Castelnuovo di Val di Cecina, in Provincia di Pisa (PI).

Il Progetto, nello specifico, ricade tra le tipologie di intervento da sottoporre alla Valutazione di Impatto Ambientale di competenza ministeriale, in quanto compreso tra le opere riportate nell’Allegato II alla Parte II, del D.Lgs. n. 152/2006 (cfr. 2) - *Impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW*.

Il progetto dell’impianto proposto è stato predisposto in accordo con le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, pubblicate nel 2022 dal Ministero della Transizione Ecologica (ora MASE).

Complessivamente, l’opera proposta prevede le seguenti principali caratteristiche, componenti e attività:

- Superficie totale di impianto: 46,5 ettari;
- Potenza installabile: 34 MWp;
- Numero complessivo di pannelli: 48.916 moduli fotovoltaici.

Per l’impianto agrivoltaico è prevista la connessione alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) mediante la realizzazione di un cavidotto interrato della lunghezza di circa 2.0 km, che correrà perlopiù sulla viabilità esistente e si collegherà alla stazione elettrica (SE) di nuova realizzazione.

La soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione è stata elaborata ed emessa da Terna S.p.a. con codice pratica (CP) 202304161 e accettata dalla Società in data 25/10/23

L’STMG che l’impianto venga collegato in antenna a 132 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV da inserire in entra – esce alla direttrice RTN a 132 kV “Nuova Lagoni Rossi - Le Prata Al – Valle Secolo”, previa realizzazione degli interventi 345-P e 349-P del Piano di Sviluppo Terna.

La soluzione di connessione rappresentata nell’elaborato *3162\_6245\_VE\_VIA\_T17\_R00\_Opere di Connessione Inquadramento su CTR* del presente progetto è quella attualmente sottoposta a Terna in fase di prefattibilità per la quale è in corso un tavolo tecnico.

### 1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell’impianto di progetto.

Tabella 1.1: Dati di progetto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	Green Frogs Vecchienna S.r.l.
Luogo di installazione:	Località Vecchienna, Comune di Castel nuovo Val di Cecina (PI)
Denominazione impianto:	Vecchienna
Potenza di picco (MW <sub>p</sub> ):	34,00 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell’impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.



ITEM	DESCRIZIONE
Connessione:	La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che il Vs. impianto venga collegato in antenna a 132 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV da inserire in entra – esce alla direttrice RTN a 132 kV “Nuova Lagoni Rossi - Le Prata Al – Valle Secolo”, previa realizzazione degli interventi 345-P e 349-P del Piano di Sviluppo Terna.
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato fissate a terra su pali
Inclinazione piano dei moduli:	+33°
Azimut di installazione:	0°
Sezioni impianto:	n.4 denominate S1, S2, S3 ed S4
Power Station:	n. 8 distribuite all’interno del campo agrivoltaico, lungo la viabilità interna
Cabina di Connessione	n. 1 interno al campo S1 e posizionato lungo la recinzione
Rete di collegamento:	132 kV
Coordinate connessione (SSEU):	Latitudine 43°10'32.72"N
	Longitudine 10°48'47.56"E

## 2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale Meteonorm 8.1 rende disponibili i dati meteorologici e l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito di progetto.

È stata fatta un'unica simulazione considerando l'unica sezione di impianto (S1) con strutture di tipo fisso.

Di seguito si riportano i bilanci e i risultati principali:

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> MWh	<b>E_Grid</b> MWh	<b>PR</b> ratio
<b>Gennaio</b>	42.5	21.94	4.77	70.4	62.7	2084	2044	0.854
<b>Febbraio</b>	64.7	31.14	5.14	97.3	90.1	2973	2917	0.882
<b>Marzo</b>	121.6	55.69	8.58	154.5	145.2	4717	4632	0.882
<b>Aprile</b>	139.3	60.30	10.65	153.4	143.8	4610	4527	0.868
<b>Maggio</b>	221.6	72.02	16.68	223.5	210.1	6594	6478	0.853
<b>Giugno</b>	195.4	79.05	19.28	185.7	173.6	5447	5352	0.847
<b>Luglio</b>	207.7	74.93	20.93	202.4	189.9	5916	5813	0.845
<b>Agosto</b>	181.9	60.19	24.40	195.5	184.2	5658	5561	0.837
<b>Settembre</b>	116.8	52.43	19.18	139.2	130.8	4118	4045	0.855
<b>Ottobre</b>	110.0	40.14	14.26	159.7	150.3	4781	4698	0.865
<b>Novembre</b>	42.8	28.07	11.37	62.4	56.2	1844	1807	0.852
<b>Dicembre</b>	44.6	22.69	6.88	79.6	68.5	2264	2220	0.821
<b>Anno</b>	1489.1	598.60	13.56	1723.5	1605.6	51006	50093	0.855

### Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E\_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento

Figura 2.1: Dati Climatici con Irraggiamento per impianto con strutture fisse.



### 3. RISULTATI

Di seguito si riportano i risultati relativi alla produzione dell'impianto:

L'energia prodotta dall'area di progetto con strutture fisse risulta essere di circa **50093.11 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1473 kWh/kWp/anno**. In base ai parametri impostati per le relative perdite d'impianto, i componenti scelti (moduli e inverter) e alle condizioni meteorologiche del sito in esame risulta un indice di rendimento (performance ratio PR) del **85,49 %**.

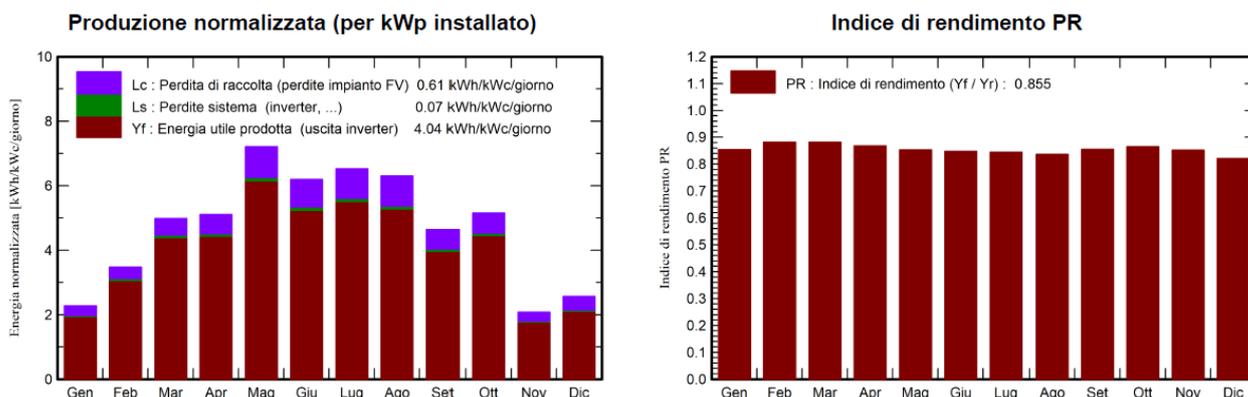


Figura 3.1: Dati di produzione dell'impianto

# PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

---

Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione  
sheds al suolo

Potenza di sistema: 34.00 MWc

Vecchienna - Italia

**Autore**

Montana S.p.a. (Italy)



# Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

## PVsyst V7.4.6

VCO, Simulato su  
15/07/24 10:55  
con V7.4.6

### Sommario del progetto

<b>Luogo geografico</b> Vecchienna Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 43.17 °N Longitudine 10.81 °E Altitudine 196 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Vecchienna PVGIS api TMY		

### Sommario del sistema

<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> Piano fisso Inclinazione/azimut 33 / 0 °	<b>sheds al suolo</b> <b>Ombre vicine</b> Ombre lineari : Veloce (tavola)	<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Nr. di moduli 48916 unità Pnom totale 34.00 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 8 unità Pnom totale 32.00 MWac Rapporto Pnom 1.062	

### Sommario dei risultati

Energia prodotta 50093.11 MWh/anno	Prod. Specif. 1473 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR 85.49 %
------------------------------------	---------------------------------	------------------------------

### Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	5
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici predefiniti	8



# Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

## PVsyst V7.4.6

VC0, Simulato su  
15/07/24 10:55  
con V7.4.6

### Parametri principali

<b>Sistema connesso in rete</b>		<b>sheds al suolo</b>			
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Configurazione sheds</b>		<b>Modelli utilizzati</b>	
<b>Orientamento</b>		N. di shed		Trasposizione	
Piano fisso		1799 unità		Perez	
Inclinazione/azimut		<b>Dimensioni</b>		Diffuso	
33 / 0 °		Spaziatura sheds		Importato	
		10.00 m		Circumsolare	
		Larghezza collettori		separare	
		4.79 m			
		Fattore occupazione (GCR) 47.9 %			
		<b>Angolo limite ombreggiamento</b>			
		Angolo limite profilo			
		23.5 °			
<b>Orizzonte</b>		<b>Ombre vicine</b>		<b>Bisogni dell'utente</b>	
Orizzonte libero		Ombre lineari : Veloce (tavola)		Carico illimitato (rete)	

### Caratteristiche campo FV

<b>Modulo FV</b>		<b>Inverter</b>	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	SMA
Modello	TSM-695NEG21C.20	Modello	Sunny Central 4000 UP
(Definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	695 Wp	Potenza nom. unit.	4000 kWac
Numero di moduli FV	48916 unità	Numero di inverter	8 unità
Nominale (STC)	34.00 MWc	Potenza totale	32000 kWac
Moduli	1747 stringa x 28 In serie	Voltaggio di funzionamento	880-1325 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Rapporto Pnom (DC:AC)	1.06
Pmpp	31.58 MWc	<b>Potenza totale inverter</b>	
U mpp	1035 V	Potenza totale	32000 kWac
I mpp	30512 A	Numero di inverter	8 unità
<b>Potenza PV totale</b>		Rapporto Pnom	1.06
Nominale (STC)	33997 kWp		
Totale	48916 moduli		
Superficie modulo	151950 m <sup>2</sup>		

### Perdite campo

<b>Perdite per sporco campo</b>		<b>Fatt. di perdita termica</b>		<b>Perdite DC nel cablaggio</b>				
Fraz. perdite	3.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento		Res. globale campo	0.55 mΩ			
		Uc (cost)	29.0 W/m <sup>2</sup> K	Fraz. perdite	1.5 % a STC			
		Uv (vento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s					
<b>Perdita diodo di serie</b>		<b>LID - Light Induced Degradation</b>		<b>Perdita di qualità moduli</b>				
Perdita di Tensione	0.7 V	Fraz. perdite	2.0 %	Fraz. perdite	-0.8 %			
Fraz. perdite	0.1 % a STC							
<b>Perdite per mismatch del modulo</b>		<b>Perdita disadattamento Stringhe</b>						
Fraz. perdite	2.0 % a MPP	Fraz. perdite	0.2 %					
<b>Fattore di perdita IAM</b>								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.928	0.829	0.588	0.000



# Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

**PVsyst V7.4.6**  
VC0, Simulato su  
15/07/24 10:55  
con V7.4.6

## Perdite sistema

### Perdite ausiliarie

Ventilatori costanti 16.00 kW

16.0 kW dalla soglia di potenza



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

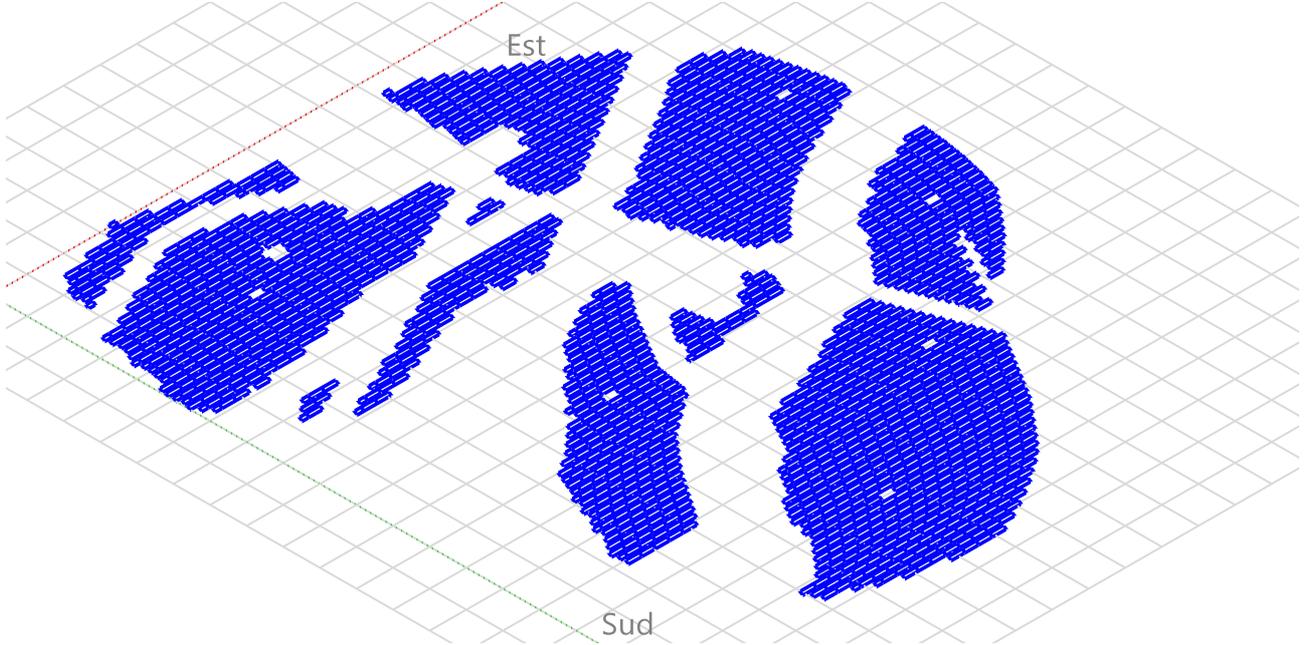
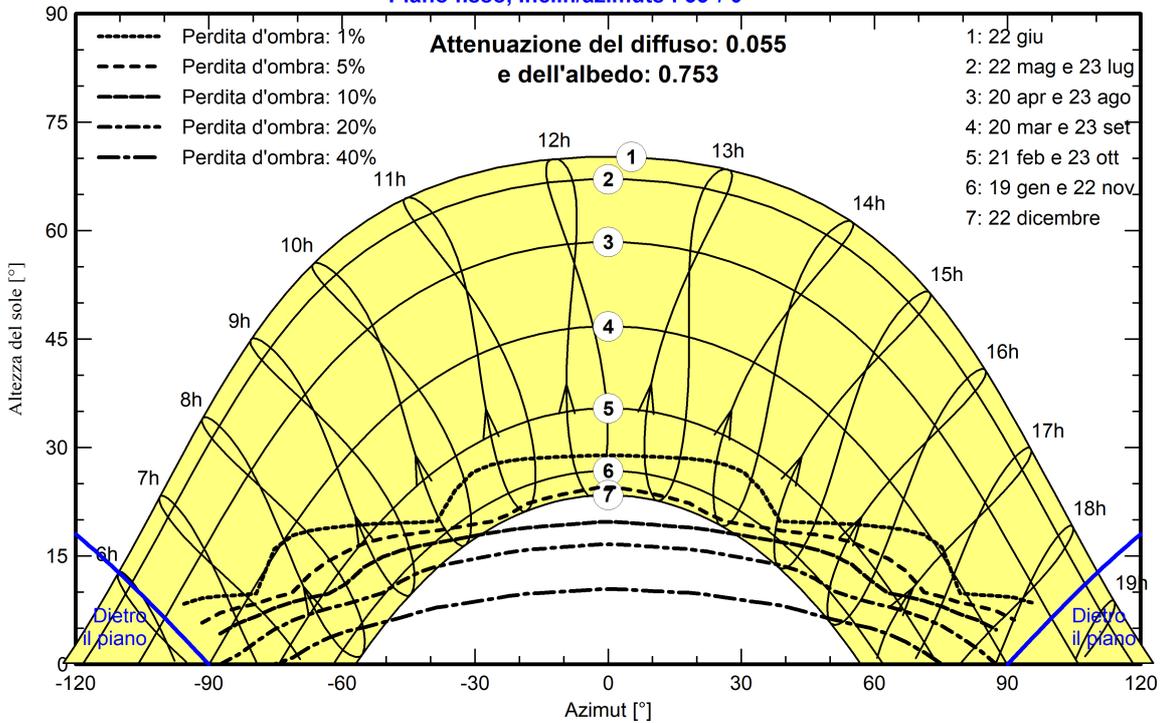


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1

Piano fisso, Incl./azimuts : 33°/ 0°





# Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.6

VCO, Simulato su  
15/07/24 10:55  
con V7.4.6

Montana S.p.a. (Italy)

## Risultati principali

### Produzione sistema

Energia prodotta 50093.11 MWh/anno

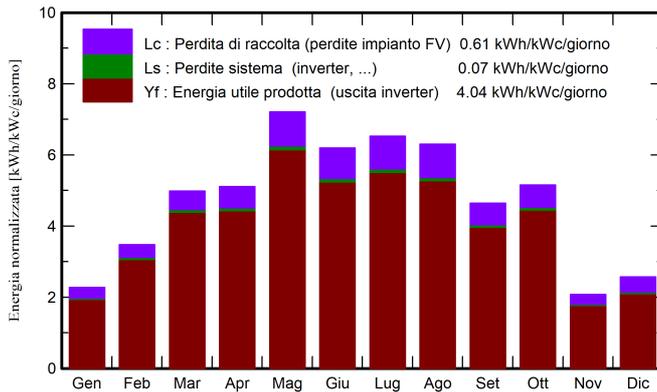
Prod. Specif.

1473 kWh/kWp/anno

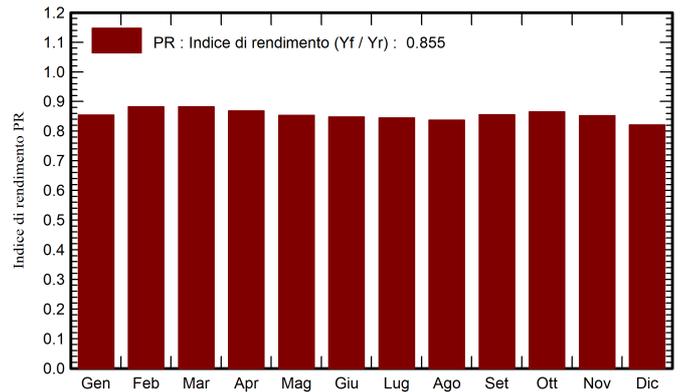
Indice rendimento PR

85.49 %

### Produzione normalizzata (per kWp installato)



### Indice di rendimento PR



## Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	ratio
Gennaio	42.5	21.94	4.77	70.4	62.7	2084	2044	0.854
Febbraio	64.7	31.14	5.14	97.3	90.1	2973	2917	0.882
Marzo	121.6	55.69	8.58	154.5	145.2	4717	4632	0.882
Aprile	139.3	60.30	10.65	153.4	143.8	4610	4527	0.868
Maggio	221.6	72.02	16.68	223.5	210.1	6594	6478	0.853
Giugno	195.4	79.05	19.28	185.7	173.6	5447	5352	0.847
Luglio	207.7	74.93	20.93	202.4	189.9	5916	5813	0.845
Agosto	181.9	60.19	24.40	195.5	184.2	5658	5561	0.837
Settembre	116.8	52.43	19.18	139.2	130.8	4118	4045	0.855
Ottobre	110.0	40.14	14.26	159.7	150.3	4781	4698	0.865
Novembre	42.8	28.07	11.37	62.4	56.2	1844	1807	0.852
Dicembre	44.6	22.69	6.88	79.6	68.5	2264	2220	0.821
Anno	1489.1	598.60	13.56	1723.5	1605.6	51006	50093	0.855

### Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

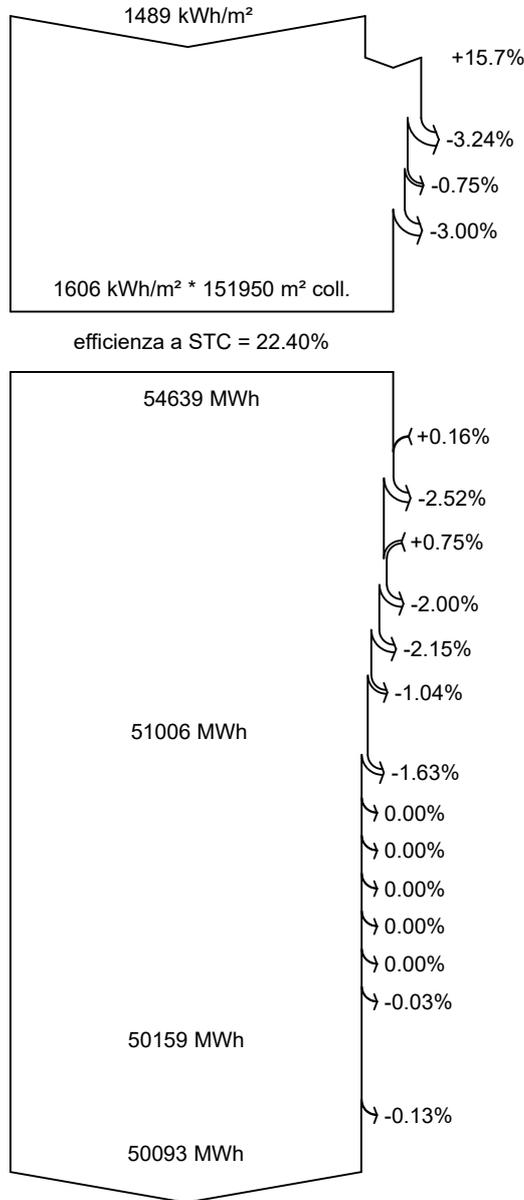
EArray Energia effettiva in uscita campo

E\_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento



**Diagramma perdite**



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

Perdite per sporco campo

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

**Energia apparente impianto a MPPT**

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

Consumi notturni

**Energia in uscita inverter**

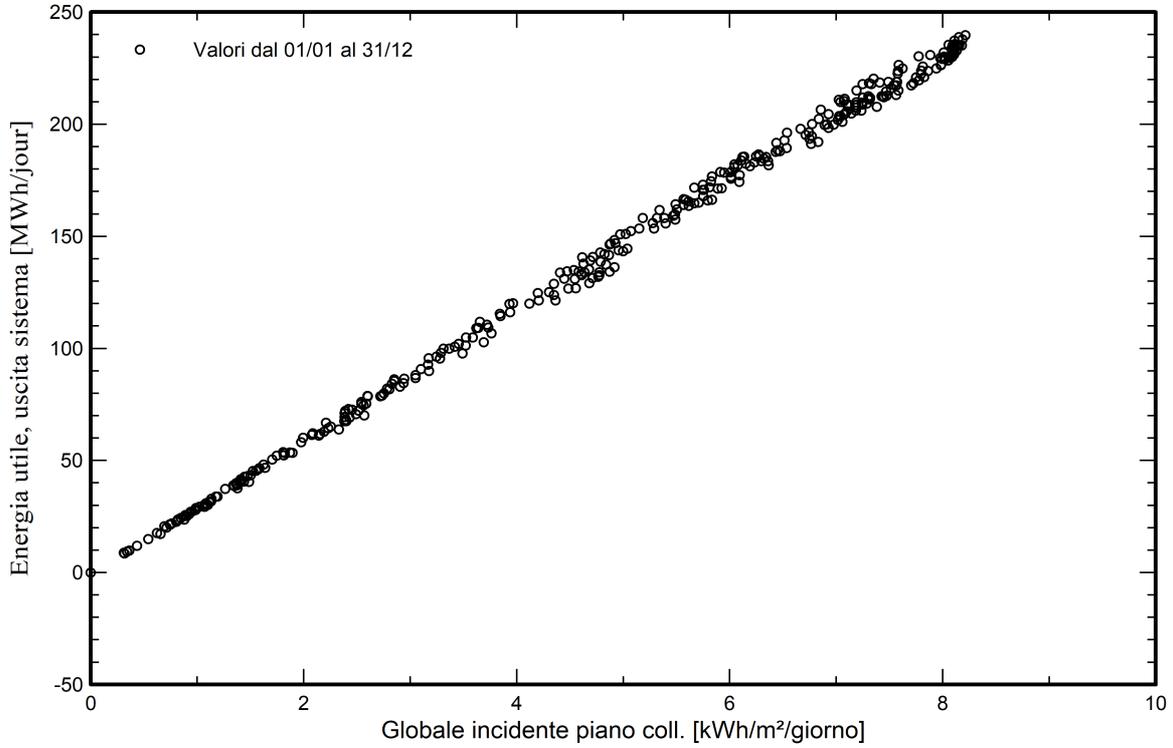
Ausiliari (ventilatori, altro...)

**Energia immessa in rete**



Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

